

УДК 621.313

ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СКОРОЧЕННЯ ОБМОТКИ СТАТОРА ТУРБОГЕНЕРАТОРА

П.І. МАТВЄЄНКО^{1*}, В.І. МІЛИХ²

¹ *магістрант кафедри електричних машин, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА*

² *зав. кафедри електричних машин, д-р техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, УКРАЇНА*

**email:c3c3c3c3@mail.ru*

Вступ. В електричних машинах (ЕМ) змінного струму ефективним засобом поліпшення форми координатної функції МРС і часової функції ЕРС обмотки статора є її розподілення і скорочення. Оцінка якості різних схем обмоток проводиться на основі гармонічного аналізу зазначених функцій, побудованого на ряді серйозних припущень, в тому числі, на використанні ступінчастої функції розподілу МРС в повітряному проміжку. Однак традиційний спосіб гармонійного аналізу в ЕМ не дає відповідних числових результатів – це перевірено на основі чисельно-польових розрахунків обертових магнітних полів (МП) [1]. Останнє дозволяє оцінити і інші супутні явища, які впливають на якість роботи ЕМ і змінюються зі зміною схеми обмотки. Це особливо важливо для таких відповідних ЕМ, як потужні турбогенератори (ТГ), і стає актуальним у зв'язку зі спробами відмовитись від скорочення трифазної обмотки статора з приводу полегшення технології та електробезпеки.

Мета роботи – оцінка ефективності скорочення обмотки статора ТГ на основі чисельно-польових розрахунків обертових магнітних полів. Це проводиться за допомогою часових функцій ЕРС обмотки статора, змінної складової магнітного поля (ЗСМП) на поверхні обертового ротора і пульсацій електромагнітного моменту (ЕММ).

Об'єкт дослідження – трифазний дво полюсний ТГ потужністю 340 МВт, варіанти електромагнітної системи якого показано на рис. 1 та рис. 2. Розрахункові моделі відрізняються обмоткою статора: на рис. 1 вона має відносне скорочення $\beta_s = 0,8$, на рис. 2 виконана діаметральною, тобто $\beta_s = 1$.

Електромагнітні процеси в машині розглядались в режимі номінального навантаження. За допомогою програми FEMM і алгоритму на мові Lua [2] магнітне поле було прораховано при його повному оберті в 360 точках. За допомогою отриманих результатів ми перейшли до величини фазної ЕРС [3] та побудували і проаналізували її часові функції, з врахуванням та без гармонік кратним трьома та переконались, що графік ЕРС має ближчу до синусоїди форму для варіанта ТГ з $\beta_s = 0,8$.

Також результати чисельно-польового розрахунку дозволили визначити ЗСМП по поверхні «великого зуба» ротора, та проаналізувати величину магнітної індукції в точках на поверхні ротора, який обертається. При відсутності скорочення обмотки статора ЗСМП досягає суттєво великих значень, ніж при скороченні з $\beta_s = 0,8$.

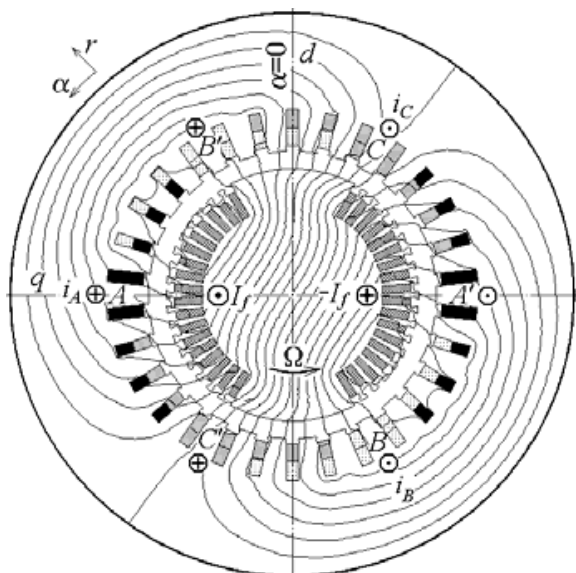


Рис. 1 – Розрахункова модель турбогенератора при $\beta_s = 0,8$

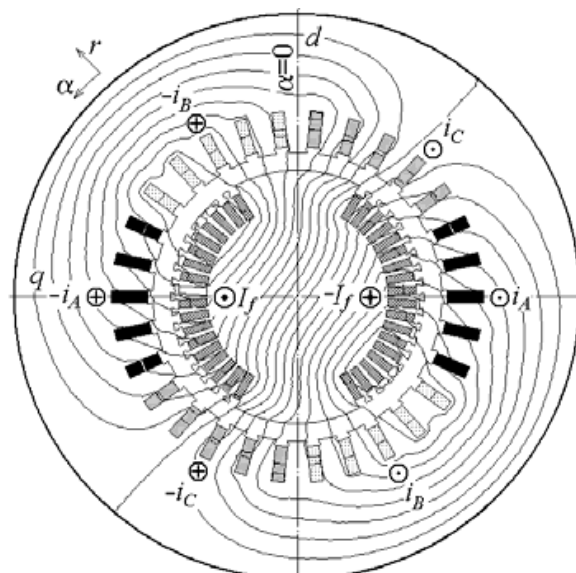


Рис. 2 – Розрахункова модель турбогенератора при $\beta_s = 1$

В результаті розрахунку також були отримані середні значення електромагнітного моменту ЕММ [3], а також побудована його змінна складова. Без скорочення обмотки статора потужність ТГ більше на 6,7%, що може бути позитивним явищем, але вона обтяжена пульсаціями ЕММ.

Після розрахунків двох варіантів був прорахований третій варіант без скорочення обмотки статора, але з виходом на номінальні параметри, що можна більш докладно побачити в статті [5].

Висновки. При переході від нормально скороченої обмотки статора до діаметральної обмотки істотно погіршується форма і гармонійний склад ЕРС обмотки статора ТГ, збільшується змінна складова магнітної індукції на поверхності ротора, який обертається, а також підвищуються пульсації електромагнітного моменту. У разі збереження номінальних вихідних даних ТГ струм збудження трохи підвищився, що було неочікуваним явищем.

Список літератури:

1. Милых В.И. Гармонический анализ электромагнитных величин трехфазной обмотки статора турбогенератора на основе классических и численно-полевых методов / В.И. Милых, Н.В. Полякова // Технічна електродинаміка. – 2013. – №3. – С. 40-49.
2. Милых В.И. Автоматизированные расчеты в программной среде FEMM динамики электромагнитных процессов турбогенераторов / В.И. Милых, Н.В. Полякова // Електротехніка і електромеханіка. – 2015. – № 6. – С.14-20.
3. Милых В.И. Определение электромагнитных параметров электрических машин на основе численных расчетов магнитных полей / В.И. Милых, Н.В. Полякова // Електротехніка і електромеханіка. – 2006. – №2. – С.40-46.
4. Милых В.И. Сравнительный анализ переменного магнитного поля на поверхности ротора турбогенераторов с разным числом зубцов статора в режиме нагрузки / В.И. Милых, Н.В. Полякова // Технічна електродинаміка. – 2014. – №2. – С.29-36.
5. Милых В.И. Численно-полевая оценка эффективности укорочения обмотки статора турбогенератора / В.И. Милых, Н.В. Полякова // Електротехніка і електромеханіка. – 2014. – № 4. – С.20-24.